

# 直線走路を用いたラットの報酬系列学習における走行間間隔移行の効果

著者	谷内 通
雑誌名	心理学研究
巻	71
号	3
ページ	179-186
発行年	2000-08-01
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2297/6674">http://hdl.handle.net/2297/6674</a>

## 直線走路を用いたラットの報酬系列学習における 走行間間隔移行の効果

筑波大学 谷内通<sup>1</sup>

Effects of interrun interval shift in the reward serial learning of the rat on the straight runway  
Tohru Taniuchi (Institute of Psychology, University of Tsukuba, Tennodai, Tsukuba 305-8572)

Using runway training procedure, three experiments examined effects of interrun interval (IRI) shift on serial pattern learning in rats. Series consisted of varying number of 0.045 g food pellets given in a goal box of a runway. Groups of rats were trained with 24-10-1-0 or 24-16-10-6-3-1-0 series (Experiment 1), 14-7-3-1-0 series (Experiment 2), and 18-12-6-3-1-0 or 18-7-7-7-1-0 series (Experiment 3), under either short (15-20 s) or long (5-15 min) IRI. In test phases, IRI was shifted from short to long or vice versa. Anticipation of 0 pellet was not disrupted by shortening of IRI, whereas lengthening of IRI eliminated the 0 pellet anticipation of the five- to seven-item monotonic series but did not eliminate that for the four-item series and the nonmonotonic series. These results suggest that rats learn a series with different strategies depending on IRI, pattern length, or structural complexity of a series.

**Key words:** rats, serial learning, relational learning, associative learning, runway.

人間の系列学習では光点の空間位置や言語刺激などを系列の項目として用いることが多いが、ラットの系列学習の一つの方法では走行反応に対して与える報酬量を項目として系列を構成する。この実験手法を確立した Hulse & Dorsky (1977) は、直線走路の目標箱で与える 45 mg の餌ペレット数を 14, 7, 3, 1, 0 個などの一定の順序で提示すると、ラットは大報酬に対して速く走行し、小報酬、特に 0 ペレットに対して遅く走行するという反応パターンを示すようになること、および、そのような 0 ペレット予期反応が 14-5-5-1-0 弱単調系列や 14-1-3-7-0 非単調系列よりも 14-7-3-1-0 強単調系列において速やかに発現し、項目配列が単調な系列の学習が容易であることを発見した。Hulse & Dorsky (1977) は、増減などの項目間の関係性によって記述される系列の法則構造の符号化を仮定する法則符号化仮説を提起することによってこの結果を説明した。

これに対し、Capaldi (e.g., Capaldi & Molina, 1979) は、系列学習を項目間連合の形成に基づいて説明する記憶弁別理論を提起した。この仮説では、ラットは先行する項目の報酬量を信号として後続の項目の報酬量を弁別すると考え、項目予期の正確さは信号間で生じる報酬信号強度の刺激般化の大きさによって説

明された。また、強単調系列よりも弱単調系列における 0 ペレット予期がすぐれる場合があるという法則符号化仮説に対する反証も示された (Capaldi & Molina, 1979)。

しかし、Hulse (1980) は、この反証に対して、Hulse & Dorsky (1977) と Capaldi & Molina (1979) ではいくつかの実験変数が異なっていることを指摘し、これらの変数に依存して法則学習と項目連合学習の両方が行われる可能性を示唆した。たとえば、Hulse & Dorsky (1977) が 5 項目系列を 15-20 秒の走行間間隔 (interrun interval: IRI) で 1 日に 4 回提示したのに対し、Capaldi & Molina (1979) は 3-4 項目系列を 4-5 分の IRI で 1 日に 1 回提示していた。これらの相違に基づき、Hulse (1980) は、項目数は多いが単調な法則構造をもつ系列を短い IRI のもとで与えられた場合には、ラットは法則構造を学習することで個別的な項目連合学習よりも学習に要する記憶負荷を低減できるが、系列が短く項目連合学習に要する記憶負荷が小さい場合や系列の構造が単調でない場合、もしくは長い IRI のもとでは項目連合学習が行われると仮定した。この仮説は、系列の学習に要する記憶負荷に依存して学習過程が決定されると考えることから、記憶負荷仮説と呼ばれている (Fountain, Schenk, & Annau, 1985)。

記憶負荷仮説については実証的な根拠に乏しいとす

<sup>1</sup> 日本学術振興会特別研究員。

る批判がなされた (Capaldi, Verry, & Davidson, 1980)。しかしながら、谷内 (1992, 1997) は、法則構造の変更にもなう項目予期の劣化の程度が IRI に依存することや、系列習得後の IRI の短縮もしくは延長による項目予期の劣化の程度が系列の長さによって異なることを見いだした。これらの知見は、IRI や系列の長さ依存して系列学習に複数の学習過程が関与することを示唆する点で記憶負荷仮説の仮定を支持するものであるが、その一般性や従来の知見との整合性はいまだ十分には確認されていない。

そこで本研究では、長さや構造の複雑性において異なる系列における IRI 移行を吟味することによって、IRI 移行事態に対する記憶負荷仮説の適用可能性についてさらなる検討を行うことを目的とした。具体的には、谷内 (1997) とは異なる系列を用いて、IRI 移行の効果が系列の長さにより異なるかどうかを吟味するとともに (実験 1)、従来の研究において一致していない 5 項目系列における IRI 移行方向の効果について検討した (実験 2)。さらに、記憶負荷仮説から予測される法則構造の複雑性の効果についても吟味した (実験 3)。

## 実験 1

谷内 (1997) は、18-10-6-3-1-0 系列について IRI を 15-20 秒から 5-7 分に延長した場合にのみ 0 ペレット予期は消失し、この系列について IRI を短縮した条件や 18-1-0 系列について IRI を両方向へ移行した条件では 0 ペレット予期は維持されることを示し、この結果を記憶負荷仮説に基づいて次のように説明した。長い単調系列を短い IRI のもとで与えた場合には法則学習が行われやすく、IRI が長い場合や系列が短い場合には項目連合学習が行われやすい。さらに、法則情報は短い IRI のもとでのみ利用可能であるのに対して、項目間連合に関する情報は IRI にかかわらず利用可能であると補足的に仮定することにより (谷内, 1997)、長い系列を短い IRI のもとで与えるという法則学習が行われやすい条件においては、IRI 移行後の長い IRI 下では法則情報が利用できなくなるので 0 ペレット予期が消失する。しかし、他の項目連合学習が行われやすい条件では、いずれの方向への IRI 移行後も項目間連合に関する情報が利用可能なので 0 ペレット予期が維持されると説明された。

しかし、Capaldi, Miller, & Nawrocki (1986) は、18-1-0 系列のように第 1 項目だけが報酬で、第 2 項目以降がきわめて小報酬の系列を 1 日に 1 回だけ提示する場合には、ラットは“第 1 走行においてのみ速く走行し、以降は遅く走行する”という特殊な反応方略を用いると主張している。このような学習様式は Capaldi 自身が提唱した項目連合学習とは異なるものであるが、18-1-0 系列を 1 日に 1 系列提示から 2 系

列提示に移行すると項目予期が消失するというこの仮説を支持する証拠もある (Capaldi et al., 1986, 実験 4)。この反応方略には事象間の前後関係などの時間的要素が含まれないので、IRI 移行による項目予期の劣化は生じないが、14-7-3-1-0 系列のように第 2 項目が比較的大報酬である場合には、ラットはこの反応方略を用いることができないので、IRI 移行にともなう項目予期が劣化すると説明された。

この Capaldi et al. (1986) の仮説にしたがうと、谷内 (1997) において 18-1-0 系列では IRI 移行の効果が認められなかったという結果は、第 1 項目だけが報酬であるというこの系列に特有の特徴を反映したことになり、他の系列については一般化できないことになる。

そこで実験 1 では、第 2 項目が大報酬である 24-10-1-0 系列と 24-16-10-6-3-1-0 系列の IRI 移行について吟味する。これらの系列間で IRI 移行における系列の長さの効果が確認されれば、記憶負荷仮説に基づく IRI 移行の説明がより強固なものとなる。

記憶負荷仮説は、長い IRI のもとでは項目連合学習が促されると予測する。よって、項目間連合に関する情報は IRI にかかわらず利用可能であるとする仮定にしたがうと、IRI 短縮にもなう 0 ペレット予期の劣化は両方の系列において小さいと予測される。また、短い IRI のもとでは 24-10-1-0 系列よりも 24-16-10-6-3-1-0 系列において法則学習が促される傾向が強いと予測される。よって、法則情報は長い IRI のもとでは利用不可能であるとする仮定にしたがうと、IRI 延長にもなう 0 ペレット予期の劣化は 24-10-1-0 系列よりも 24-16-10-6-3-1-0 系列において大きくなると予測される。

これに対し、Capaldi et al. (1986) が主張したように、IRI 移行にともなう項目予期の劣化が“第 1 走行のみ速く走行する”という反応方略に基づく遂行が可能であるか否かのみ依存するのであれば、IRI 移行にともなう 0 ペレット予期の劣化は、24-10-1-0 系列と 24-16-10-6-3-1-0 系列の両方において生じると予測される。

## 方法

**被験体** Sprague Dawley 系の雄ラット 24 匹を被験体として用いた。被験体はオペラント箱においてレバー押し反応を形成された経験があり、約 280 日齢であった。

**装置** 全長 162 cm、幅 10 cm、高さ 11 cm の廊下式直線走路を装置として用いた。走路は 30 cm の出発箱、92 cm の走路、40 cm の目標箱からなり、出発箱と目標箱はギロチンドアによって走路部分と仕切られた。目標箱の末端に直径 5 cm、深さ 1.5 cm の餌皿を取り付けた。出発箱のドアを引き上げてから、ラッ

トが餌皿の手前 10 cm の光電をさえぎるまでの時間を 1/100 秒単位で測定した。報酬には 45 mg の餌ペレットを用いた。

**手続き** 本訓練に先だち 12 日間の予備訓練を行った。この期間にラットの体重を自由摂食時の  $85 \pm 2\%$  に減量し、実験終了までこの体重を維持した。1—9 日目まで毎日 1 分のハンドリングを与えた。10—11 日目には装置内の自由探索を個別に 10 分与えた。このとき装置内に置いた 6 粒の餌ペレットを食べさせた。12 日目にはドアを閉めた目標箱内で餌皿から 10 粒の餌ペレットを食べさせた。

13 日目から第 1 段階の訓練を 24 日間行った。ラットを無作為に 4 群に振り分けた。4SL 群と 4LS 群には 24-10-1-0 系列、7SL 群と 7LS 群には 24-16-10-6-3-1-0 系列を 1 日に 1 回与えた。第 1 段階における IRI は、SL (Short-Long) 条件では 15—20 秒であり、LS (Long-Short) 条件では 10—12 分であった。ラットを出発箱に入れ、約 3 秒後にドアを上げた。ラットが目標箱に達すると目標箱側のドアを降ろした。ラットがすべての餌ペレットを食べつくすと取り出して拘留用ケージに移し、IRI が経過した後に次の走行を開始した。0 ペレットの場合は目標箱に 10 秒留めた後

に取り出した。ラットが 60 秒以内に目標箱に入らない場合は実験者が目標箱に移し、走行時間を 60 秒とした。毎日の訓練の終了後 30 分以上経過した後に飼育用飼料を与えた。

第 1 段階終了の翌日から第 2 段階の訓練を 4 日間行った。SL 条件の IRI を 10—12 分に延長し、LS 条件の IRI を 15—20 秒に短縮した。他の手続きは第 1 段階と同じであった。

## 結果

Figure 1 は第 1 段階における第 1 項目の 24 ペレットと最終項目の 0 ペレットに対する各群の走行速度を 2 日ブロックで示している。系列の長さ (2)  $\times$  IRI (2)  $\times$  項目 (2)  $\times$  日ブロック (12) の分散分析を行ったところ、系列の長さや IRI と他の要因との交互作用は有意ではなかった。この結果は、0 ペレット予期の習得に及ぼす系列の長さや IRI の効果は比較的小さかったことを示すものである。

Figure 2 は第 1 段階の最終 4 日間と第 2 段階における各群の走行速度を 2 日ブロックで示している。第 1 項目の 24 ペレットと最終 0 ペレットのデータを用いて、系列の長さ (2)  $\times$  IRI 移行方向 (2)  $\times$  項目 (2)  $\times$

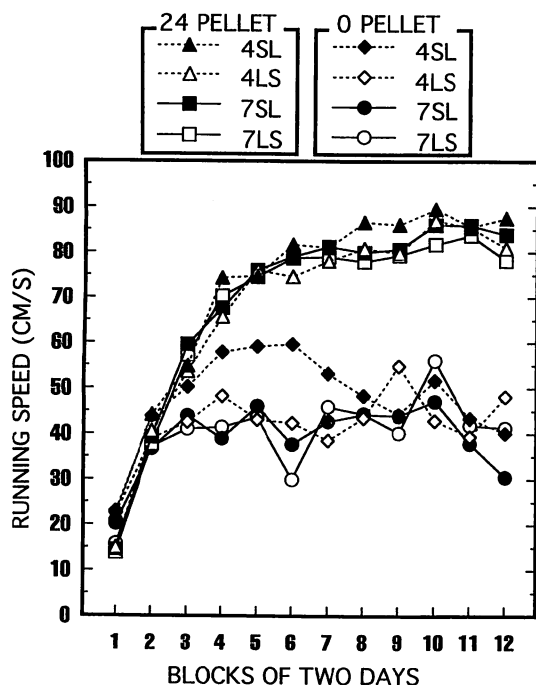


Figure 1. Running speeds for each of the four groups to 24 pellet and 0 pellet of 24-10-1-0 series (Groups 4SL and 4LS) or 24-16-10-6-3-1-0 series (Groups 7SL and 7LS) over twelve blocks of two days in Phase 1 of Experiment 1. Interrun interval was 15—20 s for the SL condition, and 10—12 min for the LS condition.

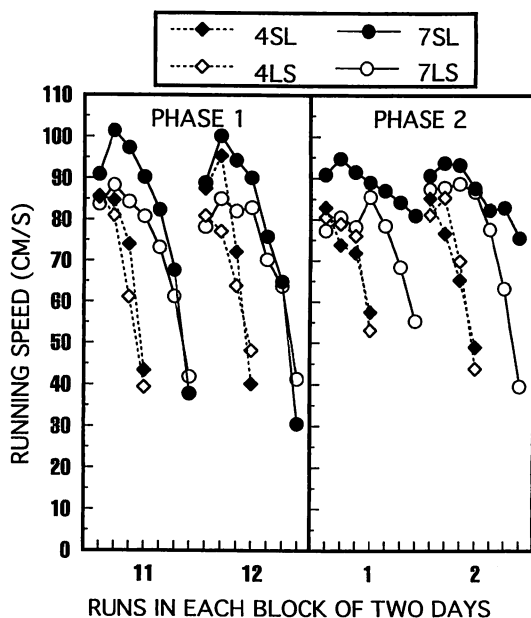


Figure 2. Running speeds for each of the four groups to their series (24-10-1-0 for Groups 4SL and 4LS, and 24-16-10-6-3-1-0 for Groups 7SL and 7LS) on the last four days of Phase 1 and all four days of Phase 2 in blocks of two days in Experiment 1. Interrun interval was 15—20 s for the SL condition and 10—12 min for the LS condition in Phase 1, and shifted from short long or vise versa in Phase 2.

段階(2)×日(4)の分散分析を行った。その結果、系列の長さ×IRI 移行方向×項目×段階の交互作用が有意であった( $F(1, 20)=7.37, p<.01$ )。系列の長さ×IRI 移行方向×段階の単純交互作用を吟味したところ、24ペレットでは有意ではなく( $F<1$ )、0ペレットにおいて有意であった( $F(1, 40)=12.22, p<.01$ )。0ペレットについてIRI 移行方向×段階の単純交互作用を吟味したところ、4項目条件では有意ではなく( $F(1, 40)=1.14$ )、7項目条件において有意であった( $F(1, 40)=36.15, p<.01$ )。さらに、7項目条件において段階の単純主効果を吟味したところ、7SL群( $F(1, 40)=96.13, p<.01$ )においてのみ有意であり、7LS群では有意ではなかった( $F(1, 40)=1.69$ )。これらの結果は、IRI 移行にともなう0ペレット予期の劣化が、24-16-10-6-3-1-0系列についてはIRIを延長した場合に認められ、IRI短縮では認められなかったことを示している。4項目条件では0ペレットにおけるIRI 移行方向×段階の単純交互作用が有意ではなかったことから、0ペレット予期に対するIRI 移行方向の作用は比較的小さかったといえる。

## 考 察

実験1では、24-10-1-0系列については0ペレット予期に対するIRI 移行方向の効果は小さいのに対して、24-16-10-6-3-1-0系列ではIRI延長によってのみ0ペレット予期が劣化した。これは18-1-0系列と18-10-6-3-1-0系列を比較した谷内(1997)の結果と類似し、記憶負荷仮説の予測を支持するものである。

実験1で用いた24-10-1-0系列と24-16-10-6-3-1-0系列はともに第2項目が大報酬であり、Capaldi et al. (1986)が主張したような特殊な反応方略に基づいて遂行することが不可能な系列である。したがって、これらの系列間でIRI延長にともなう0ペレット予期の劣化に差が認められたという結果と、IRIの短縮が両系列の0ペレット予期の劣化をもたらさなかったという結果は、IRI 移行にともなう項目予期の劣化を“第1走行のみ速く走行する”という特殊な反応方略に基づく遂行が可能であるか否かに依存すると思われるCapaldi et al. (1986)の仮説に一致しないと結論できる。

## 実 験 2

実験1では、IRI 移行による項目予期の劣化について、記憶負荷仮説を支持する結果が得られた。

しかしながら、従来の研究のなかには、記憶負荷仮説の予測とは矛盾する結果を示したものがある。すなわち、Haggbloom & Thomas (1987)は、14-7-3-1-0という比較的長い系列を1日1回提示した場合には、0ペレット予期は、15秒から15分へのIRI延長では維持されるが、IRI短縮によって消失することを報告

した。前述のように、記憶負荷仮説はこのような系列についてはIRI延長による遂行の劣化を予測するため、Haggbloom & Thomas (1987)の結果を説明することは困難である。

しかし、矢澤・藤田(1992)はHaggbloom & Thomas (1987)と同じ14-7-3-1-0系列について、IRI短縮ではなくIRI延長にともなう0ペレット予期の消失というHaggbloom & Thomas (1987)とは逆の結果を報告している。

Haggbloom & Thomas (1987)と矢澤・藤田(1992)は、系列(14-7-3-1-0系列)、IRI(短IRI条件:15秒と30秒、長IRI条件:15分と30分)、習得時の系列提示回数(24回と28回)、および食餌制限の水準(両研究とも12 g/日)などの変数について類似した実験条件を採用しているため、両研究の相違をもたらした変数を特定することは困難である。また、実験1における24-16-10-6-3-1-0系列や谷内(1997)の18-10-6-3-1-0系列等の比較的項目数の多い系列については矢澤・藤田(1992)と一致する結果が得られている。このように、1日に1系列を提示した研究では、Haggbloom & Thomas (1987)の結果がIRI短縮にともなう0ペレット予期の消失を報告した唯一の例であり、彼らの結果については何らかのアーティファクトが関与した可能性を指摘できるように思われる。

そこで、実験2では、Haggbloom & Thomas (1987)と同様の手続きによる追試を行い、その再現性について吟味する。

## 方 法

**被験体** Sprague Dawley系の雄ラット16匹を被験体として用いた。これらはオペラント箱においてレバー押し反応を形成された経験があり、約340日齢であった。

**装置** 実験1と同じ走路を用いた。

**手続き** 本訓練に先だち14日間の予備訓練を行った。実験終了まで1日当りの餌の総重量を12 gとする食餌制限を施した。1-12日目までは毎日1分のハンドリングを与えた。13-14日目には装置内の自由探索を個別に5分与えた。このとき、餌ペレットを装置内の床に4粒と餌皿に1粒置いた。

15日目から第1段階の訓練を24日間行った。ラットを無作為に2群に振り分けた。両群に対して14-7-3-1-0系列を1日に1回提示した。第1段階におけるIRIは、SL群では15秒であり、LS群では15分であった。他の手続きは実験1と同じであった。

第1段階終了の翌日から第2段階の訓練を4日間行った。第2段階ではSL条件のIRIを15分に延長し、LS条件のIRIを15秒に短縮した。他の手続きは第1段階と同じであった。

## 結果

Figure 3の左パネルは第1段階における両群の走行速度を2日ブロックで示している。群(2)×項目(5)×日ブロック(12)の分散分析を行ったところ、群×項目( $F(4, 56)=8.13, p<.01$ )の交互作用が有意であった、しかし、この交互作用についての群の単純主効果はすべての項目において有意ではなかった(系列位置順に、 $F_s(1, 70)=.30, 1.88, 1.28, .33, 20$ )。第1段階の全期間について平均した走行速度は、14, 7, 3, 1, 0ペレットについてそれぞれ、SL群では69.36, 71.45, 68.22, 55.00, 40.61 cm/sであり、LS群では66.26, 63.73, 61.87, 51.77, 43.13 cm/sであった。したがって、有意であった群×項目の交互作用は、7ペレットと3ペレットに対する走行がSL群よりもLS群において遅かったことを反映したものであり、0ペレットに対する遂行に及ぼすIRIの効果は比較的小さかったと考えられる。

Figure 3の右パネルは第2段階における両群の走行速度を2日ブロックで示している。第1段階の最終4日間と第2段階のデータについて群(2)×項目(5)×段階(2)×日(4)の分散分析を施した。その結果、群×項目×段階の交互作用が有意であった( $F(4, 56)=9.22, p<.01$ )。群×段階の単純交互作用は0ペレットにおいてのみ有意であり( $F(1, 70)=16.79, p<.01$ )、段階の単純主効果はSL群( $F(1, 70)=82.83, p<.01$ )とLS群( $F(1, 70)=10.93, p<.01$ )の両方において有意であった。0ペレットに対する走行については、第1段階では両群間に有意な差は認められなかったが( $F<1$ )、第2段階ではSL群よりもLS群において有意に遅かった( $F(1, 140)=20.28, p<.01$ )。これらの結果は、IRI移行にともなう0ペレ

ット予期の劣化は延長と短縮の両条件において認められたが、短縮よりも延長による劣化が大きかったことを示すものである。

## 考察

IRI移行にともなう0ペレット予期の劣化は、IRIを短縮したLS群においてもいく分認められたが、IRIを延長したSL群において有意に大きかった。したがって、実験2の結果は、IRI短縮による0ペレット予期の消失を報告したHaggbloom & Thomas (1987)に明らかに反し、IRI延長にともなう0ペレット予期の劣化を認めた矢澤・藤田(1992)の結果を再確認するものであるといえる。

Haggbloom & Thomas (1987)の結果は、予備訓練と実験訓練における諸変数を統制した追試においても再現されなかった。したがって、Haggbloom & Thomas (1987)の結果については、なんらかのアーティファクトが関与した可能性が高いと思われる。

なお、実験2では比較的老齢の被験体を用いた。老齢の被験体では、走行反応の習得と項目予期の両方の成績が悪い例も報告されている(Roitblat, Pologe, & Scopatz, 1983)。しかし、実験2の習得段階の結果は、大報酬に対する反応強度と0ペレット予期の両方に関して他の研究(谷内, 1992)と類似するものであった。したがって、実験2の結果が被験体の日齢などの要因に起因する特異なものである可能性は小さいと思われる。

## 実験 3

記憶負荷仮説は、系列が長い場合には項目連合学習では学習に要する記憶負荷が大きくなるので、系列の構造が単調であれば、ラットは法則構造の学習によ

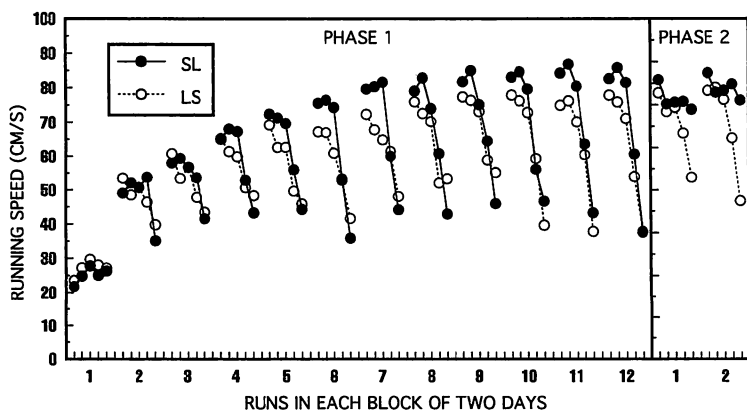


Figure 3. Running speeds for Groups SL and LS to 14-7-3-1-0 series in blocks of two days in Experiment 2. Interrun interval was 15 s for the Group SL and 15 min for the Group LS in Phase 1, and shifted from short to long or vice versa in Phase 2.

て記憶負荷を低減すると仮定する。しかし、構造が単調でない場合には、法則学習による記憶負荷の低減が困難であるので、項目連合学習が行われると仮定された (Hulse, 1980; Fountain et al., 1985)。このように、記憶負荷仮説は系列の法則構造の複雑性によっても学習過程が異なることを予測する。したがって、法則構造の複雑性に関して IRI 延長の分化的作用が確認されれば、記憶負荷仮説による説明の妥当性がさらに実証されることになる。

そこで実験 3 では IRI 移行における法則構造の複雑性の効果を検証するため、18-12-6-3-1-0 強単調系列と 18-7-7-7-1-0 弱単調系列の IRI 移行を吟味する。記憶負荷仮説が予測するように 18-12-6-3-1-0 単調系列では法則学習、18-7-7-7-1-0 弱単調系列では項目連合学習が優勢になるならば、前述のように法則情報は長い IRI 下では利用できないので、IRI 延長にともなう 0 ペレット予期の劣化は弱単調系列よりも強単調系列において大きくなると予測される。また、長い IRI のもとでは項目連合学習が促されると予測され、前述のように項目間連合は IRI にかかわらず利用可能であるので、IRI 短縮による 0 ペレット予期の劣化は両系列ともに小さいと予測される。

## 方法

**被験体** 実験経験のない約 120 日齢の Sprague Dawley 系雄ラット 21 匹を被験体として用いた。

**装置** 実験 1・2 と同じ走路を用いた。

**手続き** 本訓練に先立ち、実験 1 と同じ手続きによる予備訓練を 12 日間行った。

13 日目から第 1 段階の訓練を 24 日間行った。ラットを無作為に 4 群に振り分けた ( $n=5$ , WM-LS 群のみ  $n=6$ )。強単調系列 (Monotonic: M) と弱単調系列 (Weakly Monotonic: WM) に関して、M-SL 群と M-LS 群には 18-12-6-3-1-0 系列、WM-SL 群と WM-LS 群は 18-7-7-7-1-0 系列を 1 日に 1 回与えた。第 1 段階における IRI は、SL (Short-Long) 条件では 20 秒、LS (Long-Short) 条件では 5—8 分であった。他の手続きは実験 1 と同じであった。

第 1 段階終了の翌日から第 2 段階の訓練を 4 日間行った。SL 条件の IRI を 5—8 分に延長し、LS 条件の IRI を 20 秒に短縮した。他の手続きは第 1 段階と同じであった。

## 結果

Figure 4 は第 1 段階における 18 ペレットと 0 ペレットに対する各群の走行速度を 2 日ブロックで示している。法則構造 (2) × IRI (2) × 項目 (6) × 日ブロック (12) の分散分析を行った結果、IRI × 項目 ( $F(5, 85) = 2.59, p < .04$ ) と法則構造 × 項目 ( $F(5, 85) = 7.39, p < .01$ ) の交互作用が有意であった。単純主効

果検定の結果、0 ペレット予期が LS 条件よりも SL 条件においてすぐれたことが示された ( $F(1, 102) = 4.98, p < .03$ )。法則構造の単純主効果は 1 ペレット走行に関するものであり ( $F(1, 102) = 6.12, p < .02$ )、0 ペレット予期と関連するものではなかった。

Figure 5 は第 1 段階の最終 4 日間と第 2 段階における各群の走行速度を 2 日ブロックで示している。法則構造 (2) × IRI 移行方向 (2) × 項目 (6) × 段階 (2) × 日 (4) の分散分析を行った。0 ペレット予期の劣化に関して、法則構造や IRI 移行方向と段階の間の交互作用は有意な水準に達しなかった。しかし、0 ペレットに対する段階間の走行速度差を 0 ペレット予期の劣化率のデータとして用いて、法則構造 (2) × IRI 移行方向 (2) の分散分析を行ったところ、法則構造 × IRI 移行方向の交互作用が有意であった ( $F(1, 17) = 7.91, p < .02$ )。IRI 移行方向の単純主効果は弱単調系列では有意ではなく ( $F < 1$ )、強単調系列において有意であった ( $F(1, 17) = 19.73, p < .01$ )。また、IRI 短縮条件では法則構造の効果は認められなかったが ( $F < 1$ )、IRI 延長にともなう 0 ペレット予期の劣化が弱単調系列よりも強単調系列において有意に大きいことが示さ

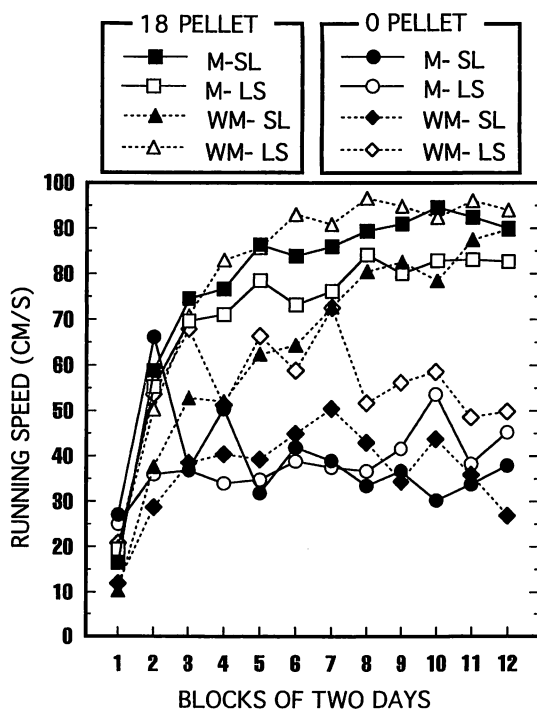


Figure 4. Running speeds for each of the four groups to 18 pellet and 0 pellet of 18-12-6-3-1-0 series (Groups M-SL and M-LS) or 18-7-7-7-1-0 series (Groups WM-SL and WM-LS) over twelve blocks of two days in Phase 1 of Experiment 3. Interrun interval was 20 s for the SL condition, and 5—8 min for the LS condition.

れた ( $F(1, 17) = 11.97, p < .01$ ).

## 考察

実験3では18-12-6-3-1-0強単調系列と18-7-7-7-1-0弱単調系列についてIRI移行の効果を吟味した。その結果、IRI短縮は両系列に対する遂行を劣化させないが、IRI延長による0ペレット予期の劣化は弱単調系列よりも強単調系列において大きいことが示された。

この結果は、IRI移行に対して法則構造の複雑性が分化的に作用することを実証しており、IRIが長い場合や系列が単調な構造をもたない場合には項目連合学習が促され、単調系列を短いIRIのもとで提示した場合に法則学習が行われると仮定する記憶負荷仮説の予測を支持するものである。

### 全体的考察

本研究は、報酬量を項目としたラットの系列パターン学習におけるIRI移行について、記憶負荷仮説の適用可能性を検証した。実験1ではCapaldi et al. (1986) が主張した特殊な反応方略に基づく遂行が不可能な系列に関しても、系列の長さやIRI移行方向が

交互作用するという谷内 (1997) の結果の一般性が確認された。実験2における5項目系列のIRI移行では、0ペレット予期の消失はIRI短縮ではなくIRI延長にともなう生じるという記憶負荷仮説と一致する結果 (矢澤・藤田, 1992) が再現された。また、系列の法則構造の複雑性の効果について検討した実験3では、IRI延長にともなう遂行の劣化が強単調系列よりも弱単調系列において小さいという記憶負荷仮説の予測を支持する結果が新たに示された。

ところで、IRI延長による0ペレット予期の劣化は実験1の24-10-1-0系列では認められなかったが、実験2の14-7-3-1-0系列では顕著であった。これらの系列は長さという点ではほとんど差がない。また、4項目系列と5項目系列の間に学習過程に関する臨界点が存在するとも考えにくい。Hulse (1980) は項目連合学習を促す要因の候補として、系列の長さの他に項目間の弁別性の高さを挙げている。本研究では系列の長さや項目間の弁別性の高さの要因は交絡しており、24-10-1-0系列は14-7-3-1-0系列よりも短いと同時に項目間の弁別性も高くなっている。IRI延長に対して分化的に作用する系列特性が項目間の弁別性である可能性についても検討する必要がある。

本研究の結果は、項目連合学習という単一の過程からは説明が困難である。記憶弁別理論によれば、本研究で用いたすべての系列における0ペレットの信号は直前の1ペレットの記憶であると考えられるが、この信号に対して系列内のほかの信号から生じる刺激般化の構造はIRI移行の前後で変化しない。このため、記憶弁別理論はIRI移行の影響は各系列に対して等しいと予測する。したがって、IRI移行の影響が系列の長さや法則構造の複雑性などによって異なることを示した本研究の結果を項目連合学習の枠組み内で説明することはきわめて困難であるといえる。

また、これまでに2種の仮説がIRI移行事態に特定の提起されてきたが、これらの仮説も本研究の結果を統一的に説明することは困難である。第一の仮説は、IRI移行による検索手がかりの変化を仮定し、検索の失敗を強調するものである (Haggbloom & Ekdahl, 1985)。この仮説によれば、IRIは習得訓練を通じて系列学習を媒介する情報の検索手がかりとして機能するようになる。IRI移行はこの検索手がかりに変化をもたらし、項目予期に必要な記憶の検索を妨げる。その結果、IRI移行にともなう0ペレット予期が劣化すると説明される。しかし、そのような検索手がかりの変化はIRI短縮条件においても生じることや、系列の長さや構造の複雑性にかかわらないと考えられる。したがって、IRI短縮条件、または短い系列や弱単調系列のIRI延長にともなう0ペレット予期の劣化が小さいという本研究の結果は、検索の失敗を強調する仮説とは矛盾するものであるといえる。

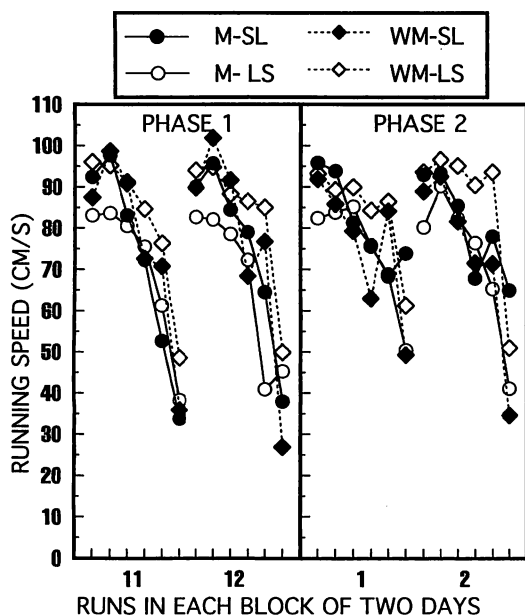


Figure 5. Running speeds for each of the four groups to their series (18-12-6-3-1-0 for Groups M-SL and M-LS, and 18-7-7-7-1-0 for Groups WM-SL and WM-LS) on the last four days of Phase 1 and all four days of Phase 2 in blocks of two days in Experiment 3. Interrun interval was 20 s for the SL condition and 5–8 min for the LS condition in Phase 1, and shifted from short to long or vice versa in Phase 2.



第二の仮説は、IRIの延長による作業記憶内の干渉の増大 (Roitblat, Pologe, & Scopatz, 1983) や記憶痕跡の衰退 (矢澤・藤田, 1992) などの保持の失敗を強調するものである。これらの仮説では、IRIが長くなると作業記憶内の干渉や記憶痕跡の衰退が大きくなるために0ペレット予期が劣化すると説明する。矢澤・藤田 (1992) は、30分という長いIRIのもとでは系列の習得が遅くなることを見いだしており、本研究の実験3においてもこれと類似する結果が示された。したがって、長いIRIのもとでは項目情報の保持が比較的困難になるとする仮説には一定の妥当性があるといえる。しかし、項目情報の保持に関するIRI延長の妨害効果は、系列の長さや構造の複雑性にかかわらないと考えられるため、本研究の結果を保持の失敗を強調する仮説から統一的に説明することは困難である。

このように、本研究の結果は項目情報の保持や検索の失敗などの過程に起因するものではなく、記憶負荷仮説が仮定するように、系列について学習される情報内容の違いを反映するものであり、法則学習というラットにおいては十分には実証されていない学習の可能性を示唆する点においても重要であると思われる。

ラットの系列学習における広範な現象は項目連合学習によって説明可能であるという主張がなされてきた。このことは、法則学習が特殊な学習として位置づけられてきたことを示している。しかし、本研究でも示されたように、IRI移行研究などの中には項目連合学習からは説明困難な事実もある (谷内, 1998)。報酬系列学習における学習過程とその決定因の吟味を通じて、ラットが事象系列を学習するための方略を能動的に選択する可能性とその過程をさらに明らかにする必要がある (石田, 1998)。

### 引用文献

- Capaldi, E. J., Miller, D. J., & Nawrocki, T. M. 1986 Retention interval and intertrial interval in a serial learning or delayed discrimination task. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **12**, 59-68.
- Capaldi, E. J., & Molina, P. 1979 Element discriminability as a determinant of serial-pattern learning. *Animal Learning and Behavior*, **7**, 318-322.
- Capaldi, E. J., Verry, D. R., & Davidson, T. L. 1980 Why rule encoding by animals in serial learning remains to be established. *Animal Learning and Behavior*, **8**, 691-692.
- Fountain, S. B., Schenk, D. E., & Annau, Z. 1985 Serial-pattern-learning processes dissociated by trimethyltin exposure in rats. *Physiological Psychology*, **13**, 53-62.
- Haggbloom, S. J., & Ekdahl, M. W. 1985 Effects of interrun interval on serial learning. *Animal Learning and Behavior*, **13**, 98-102.
- Haggbloom, S. J., & Thomas, D. H. 1987 Serial learning at one trial per day: Effects of interrun interval and interrun interval shifts. *Bulletin of the Psychonomic Society*, **25**, 391-393.
- Hulse, S. H. 1980 The case of the missing rule: Memory for reward vs. formal structure in serial pattern learning by rats. *Animal Learning and Behavior*, **8**, 689-690.
- Hulse, S. H., & Dorsky, N. P. 1977 Structural complexity as a determinant of serial pattern learning. *Learning and Motivation*, **8**, 488-506.
- 石田雅人 1998 ラットは学習方略の最適化が可能か——谷内論文へのコメント——*心理学評論*, **41**, 408-410
- (Ishida, M. 1998 Can rats optimize a learning strategy?: A comment on Taniuchi (1998). *Japanese Psychological Review*, **41**, 408-410.)
- Roitblat, H. L., Pologe, B., & Scopatz, R. A. 1983 The representation of items in serial position. *Animal Learning and Behavior*, **11**, 489-498.
- 谷内 通 1992 ラットの系列パターン学習における走行間隔と系列移行の効果 *動物心理学研究*, **42**, 77-86.
- (Taniuchi, T. 1992 Effects of interrun interval and shift of reward sequence on serial pattern learning in rats. *Japanese Journal of Animal Psychology*, **42**, 77-86.)
- 谷内 通 1997 ラットの系列パターン学習に及ぼす走行間隔移行と系列の長さの効果 *動物心理学研究*, **47**, 27-35.
- (Taniuchi, T. 1997 Effects of interrun interval shift and pattern length on serial pattern learning in rats. *Japanese Journal of Animal Psychology*, **47**, 27-35.)
- 谷内 通 1998 ラットにおける系列学習研究とその展開 *心理学評論*, **41**, 392-407.
- (Taniuchi, T. 1998 Basic evidence and recent developments of serial pattern learning in rats. *Japanese Psychological Review*, **41**, 392-407.)
- 矢澤久史・藤田 統 1992 ラットの系列パターン学習に及ぼす走行間隔の効果 *心理学研究*, **63**, 128-132.
- (Yazawa, H., & Fujita, O. 1997 Effects of interrun interval on serial pattern learning in rats. *Japanese Journal of Psychology*, **63**, 128-132.)

——1997. 9. 22 受稿, 2000. 3. 4 受理——